

Sustentabilidad Y Desarrollo Tecnológico: A La Búsqueda De La “Herramienta Justa”

Maestro Claudio Fabian Guevara
Doctora Gabriela Scartascini Spadaro
Universidad de Guadalajara, Jalisco, México
Centro Universitario de la Costa (Puerto Vallarta)

Doi: 10.19044/esj.2017.v13n31p328 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n31p328](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n31p328)

Abstract

Technological development can be defined as a set of activities such as research, production, and distribution that facilitates the ready availability of new products and services to the society. It is a fundamental pillar of the model of hegemonic life on the planet. There are few questions about the direction of scientific and technical innovation. It however rests on the hands of private corporations which are not subject to public scrutiny. The omnipresent growth of technology poses deep dilemmas because it is not only polluting the environment, but is also questioning the very necessity of the existence of human beings. An analysis of the orientation of technological development is timely and necessary. This paper analyzes, from the perspective of sustainability, the design of technological development in terms of its environmental consequences and its impact on the society. Are all technologies beneficial? Is the design of a hyperindustrial, electronic and cybernetic society the only possible technological development? What criteria should we apply to choose between different paths? To open a debate on these questions, a conceptual framework on technological development is proposed from four perspectives: Purposes of technology; Scales and rates of expansion; Social participation in its design; Strategies related to the environment. The notion of "just tool" (Ivan Illich, 1974) is proposed as a principle of discussion.

Keywords: Technological development and sustainability, Technology and nature, Economic growth and environmental problems, Machinery and society

Resumen

El desarrollo tecnológico puede ser definido como el conjunto de actividades de investigación, producción y distribución que permite poner a

disposición de la sociedad nuevos productos y servicios, y es un pilar fundamental del modelo de vida hegemónico en el planeta. Sin embargo, pocos cuestionan la dirección de la innovación científica y técnica, que reposa en manos de corporaciones privadas no sujetas al escrutinio público. El crecimiento omnipresente de la tecnología plantea profundos dilemas, ya que no sólo está contaminando el ambiente sino que está poniendo en cuestión la necesidad misma de la existencia de los seres humanos. Un análisis de la orientación del desarrollo tecnológico es oportuna y necesaria. En este trabajo se analiza, desde la perspectiva de la sustentabilidad, el diseño del desarrollo tecnológico en función de sus consecuencias ambientales y su impacto en la sociedad. ¿Son todas las tecnologías benéficas? ¿Es el diseño de una sociedad hiperindustrial, electrónica y cibernética el único desarrollo tecnológico posible? ¿Qué criterios deberíamos aplicar para elegir entre diferentes caminos? Para abrir un debate sobre estas preguntas, se plantea un esquema conceptual sobre el desarrollo tecnológico desde cuatro perspectivas: Escalas y ritmos de expansión; Fines y propósitos de la tecnología; Participación social en su diseño; Estrategias de relación con el medio ambiente. Se propone la noción de “herramienta justa” (Ivan Illich, 1974) como principio de discusión.

Palabras clave: Desarrollo tecnológico y sustentabilidad, Tecnología y naturaleza, Crecimiento económico y problemas ambientales, Maquinismo y sociedad

Introducción

Las dos Caras del Desarrollo Tecnológico

El entramado tecnológico forma parte esencial de la vida de los seres humanos, tiene un impacto innegable en el medio natural, y es el centro de las estrategias de desarrollo económico que guían las principales instituciones económicas internacionales.

El PNUD coloca la promoción y transferencia de tecnología como un punto central de la Agenda del Desarrollo Sostenible. En el Objetivo 17 se propone “promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión a los países en desarrollo en condiciones favorables, incluso en condiciones concesionarias y preferenciales, por mutuo acuerdo” (PNUD 2015). Desde los 90, la OCDE aplica indistintamente en todo el planeta la regla operatoria de que el progreso tecnológico es la clave del desarrollo de todos los países (Hidalgo Tuñón, 2002).

La cultura occidental tiene un fuerte acento positivista, y la ciencia aplicada por expertos es considerada el "mejor camino". Cada problema se analiza en función de posibles soluciones tecnológicas, y las propuestas, si

vienen acompañadas de más desarrollo tecnológico, son recibidas con optimismo y se presumen automáticamente como un progreso.

Los gobiernos y las industrias continúan asignando crecientes responsabilidades y decisiones a máquinas inteligentes. Cada vez estamos más mediados por recursos tecnológicos para realizar operaciones básicas de nuestras vidas -desde el nacimiento hasta la muerte, desde comunicarnos con los demás hasta movilizarnos- más asistidos por aplicaciones y dispositivos que se convierten en el instrumento insustituible de la experiencia humana.

Sin embargo, este proceso plantea profundos dilemas. El crecimiento omnipresente de la tecnología no sólo está contaminando el ambiente sino que está poniendo en cuestión la necesidad misma de la existencia de los seres humanos. Muchas personas están siendo reemplazadas por robots en el circuito productivo, y cada vez más, contestadores automatizados nos responden en nuestras interacciones con empresas de servicios, organismos del Estado y otras instancias. La maquinización sin límites parece convertir a la creación humana en devoradora de su creador. “El hombre -decía Henry David Thoreau- se ha convertido en una herramienta de sus herramientas”.

En este contexto, es necesario revisar el supuesto carácter progresivo de la innovación científica, la pretensión de que “más tecnología es siempre mejor” y de que toda solución debe necesariamente pasar por un “avance tecnológico”. Es necesario pensar en las líneas teóricas de un modelo sustentable de desarrollo tecnológico. ¿Cuál debe ser la escala y la orientación de un desarrollo tecnológico al servicio del hombre y congruente con la preservación del medio ambiente? ¿Cuál es la relación de la tecnología con la sustentabilidad?

Académicamente, la sustentabilidad se encuentra en fase embrionaria, y de ninguna manera hay consenso de criterios en torno a sus alcances y definiciones. Es un paradigma en formación “sujeto de muchas interpretaciones, adecuaciones y transformaciones” (Alfredo A. Cesar Dachary & Stella Maris Arnaiz Burne, 2015). La sustentabilidad se construye multipolarmente como un conjunto de saberes transdisciplinarios que abarcan todas las actividades humanas. Excede la esfera de las actividades económicas, aunque sus principios y razonamientos pueden ser aplicados también en esta dimensión.

Una pregunta de primer orden, entonces, es cómo aterrizar una matriz de fronteras y definiciones borrosas, a la práctica efectiva del hombre y la sociedad en un área como el desarrollo tecnológico, donde impera la lógica de lo “aplicable”, lo “efectivamente instrumentalizable”, y se descalifica todo cuestionamiento de orden general que no contenga en sí mismo otra solución tecnológica alternativa, precisa y visible.

Este trabajo se plantea “pensar la sustentabilidad” para analizar problemas asociados al desarrollo tecnológico, darle un significado y una

entidad visible, y construir enunciados socialmente útiles, aplicables a la mejora de nuestras vidas:

Sustentabilidad es un sustantivo abstracto, del tipo de solidaridad o egoísmo; esto quiere decir que tiene que reflejarse en algo o en alguien para ser visible... () La sustentabilidad es un concepto y para ser real debe ser aplicada. Visualizarla en el entorno permitirá una descripción de manera concreta” (Scartascini Spadaro & Baños Francia, 2015, p. 32, 33).

Desarrollo Tecnológico y Problemas Ambientales

Los problemas ambientales que se visibilizan en todo el planeta no son un accidente ni un fracaso inesperado del desarrollo: están directamente vinculados, y son consecuencia de, la expansión y los éxitos de la tecnología:

Los progresos de la ciencia y la tecnología durante los últimos siglos han sido tales que los peligros han crecido más que las soluciones... () El gran sistema de equilibrio de la naturaleza se está convirtiendo persistentemente en desequilibrio, particularmente en ciertas áreas y puntos específicos (Schumacher, 2011, p. 27).

Este proceso, por otra parte, ha permitido mejorar la calidad de vida y ampliar la longevidad de amplios segmentos de la población mundial, entre otras cuestiones. Por eso, efectos negativos y positivos son caras de una misma moneda (Trupia, 2016; Edgar Morin, 2011).

El desarrollo tecnológico puede ser definido como el conjunto de actividades de investigación, producción y distribución que permite poner a disposición de la sociedad nuevos productos y servicios, y es el pilar fundamental del modelo de vida hegemónico en el planeta. Sin embargo, hace muy poco tiempo que este ciclo ha empezado a ser analizado en función de sus consecuencias ambientales. La maquinización permite una aceleración de los ritmos productivos, que provoca por un lado, el consumo acelerado de recursos naturales no renovables (bosques, tierras, energía) y por el otro la contaminación, esto es, la alteración de ciertos parámetros del aire, el agua y el suelo, con la modificación consecuente de las formas de vida asociadas (Trupia, 2016).

El problema es que la generación de nuevas tecnologías está estrechamente ligada a las estrategias de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) de las corporaciones privadas de los países centrales que lideran el proceso, que no están sujetas al escrutinio del público, y cuyo horizonte ético está delineado por la búsqueda de la rentabilidad y el lucro. Por eso se pregunta Gabriela Trupia:

¿Cómo se estimula la innovación tecnológica, la aparición y el consumo de nuevos productos, y por ende la mayor industrialización de la economía (lo que redundará sin duda en mejoras sociales y

económicas como el empleo), la generación de nuevo conocimiento y nuevas tecnologías y simultáneamente se siguen las premisas del desarrollo sustentable? La pregunta también conduce a pensar qué aspectos negativos estamos dispuestos a aceptar socialmente (en términos de riesgos tecnológicos, impactos y efectos ambientales como los mencionados) en pos de considerar y apoyar la innovación como herramienta estratégica del desarrollo humano (Trupia, 2016).

En este terreno, se plantea un dilema que Schumacher definió en pocas palabras: “El hombre no puede vivir sin ciencia ni tecnología. Como tampoco puede vivir en contra de la naturaleza. Lo que necesita una muy cuidadosa consideración, sin embargo, es la dirección de la investigación científica” (Schumacher, 2011, p. 151).

Ivan Illich, en su crítica radical a la sociedad industrial, señala que este modelo provoca una degradación ambiental creciente, un malestar social caracterizado por la sobreprogramación (institucionalización obligatoria) de los individuos y la obsolescencia planificada de los aparatos tecnológicos, y la imposibilidad de la gente de participar en el diseño de su entorno físico y social como consecuencia del monopolio ejercido por las instituciones.

Partiendo desde la amplitud y profundidad de esta descripción, podemos sostener que una re-definición de la orientación del desarrollo tecnológico implica responder a preguntas en al menos tres áreas esenciales:

- Escalas y ritmos de expansión.
- Fines y propósitos de la tecnología, y participación social en su diseño.
- Estrategias de relación con el medio ambiente.

¿Una tecnología a escala del hombre o del mercado?

Illich fue uno de los pioneros en plantear la necesidad de considerar la escala humana en relación con el desarrollo tecnológico. Dentro de su mirada general sobre el equilibrio multidimensional de la vida humana, ocupa un lugar central la relación del hombre con la herramienta. Para Illich, en cada una de sus dimensiones, este equilibrio corresponde a una escala natural, definido por el control del hombre sobre la herramienta, y no a la inversa: “Cuando una labor con herramientas sobrepasa un umbral definido por la escala, se vuelve contra su fin, amenazando destruir el cuerpo social en su totalidad. Reconocer la existencia de escalas y de límites naturales llevaría a inventar formas y ritmos de un modo de producción postindustrial y de un nuevo mundo social” (Gustavo Giuliano, 2012).

Para Illich, no sólo es relevante la manera en que las tecnologías afectan al medioambiente, sino también cómo alteran las relaciones al interior de la sociedad. Por arriba de ciertos umbrales, la masividad de un

producto o servicio producido lo convierte de alguna manera en “obligatorio”.

La superproducción industrial de un servicio tiene efectos secundarios tan catastróficos y destructores como la superproducción de un bien... De manera que podemos concluir que los límites asignables al crecimiento deben concernir a los bienes y los servicios producidos industrialmente. Son estos límites lo que debemos descubrir y poner de manifiesto (Ivan Illich, 1974. p. 10, 11).

A partir de esta idea, Illich esboza una teoría general sobre las herramientas (Hernando Calla, 1978) que postula la contraproductividad de las tecnologías cuando éstas rebasan ciertos umbrales en la intensidad de su implementación social. El indicador clave es el grado en que estas instituciones se han vuelto obligatorias. “Las herramientas, cuando rebasan cierta intensidad, pasan inevitablemente de ser medios a fines en sí mismos, y frustran la posibilidad de lograr un propósito” (Ivan Illich, 1974). El concepto de “contraproductividad” aparece cuando una determinada herramienta —por ejemplo, un sistema de telecomunicaciones, de transporte masivo o de producción industrial de comida— sobrepasa una cierta intensidad: “Inevitablemente aleja a más gente del propósito para el cual se creó esta herramienta, en comparación con los pocos a los que permite aprovechar sus ventajas”. (Ivan Illich, 1974, p. 12)

Esta línea de pensamiento encuentra coincidencias y convergencias en una amplia literatura. “Toda máquina que ayuda a un individuo tiene justificado su lugar”, decía Gandhi. “Pero no debiera haber sitio alguno para máquinas que concentran el poder en las manos de unos pocos y tornan a los muchos en meros cuidadores de las máquinas, si es que éstas no los dejan antes sin trabajo” (citado por Schumacher, 2011, p 33).

Un problema esencial del modelo de desarrollo de la tecnología en la sociedad industrial es que, a diferencia de los ecosistemas naturales, no reconoce ningún principio de autolimitación, en términos de tamaño, nivel de intrusión en el medio ambiente o ritmo de innovación. Para la modernidad, el mundo es una cantera abierta a la explotación, un territorio virgen para su ocupación. Y cuanto más rápido, mejor. En términos de Hidalgo Tuñón, la tecnología se inspira en el canon del crecimiento irrestricto, modelo imperante hoy en día entre los economistas. Para esta concepción, el mundo es un conjunto inagotable de recursos y objetos que solo tienen valor en relación con la vida humana. De ahí que el objetivo fundamental del hombre es poner a la naturaleza a su servicio, con la ciencia como su espada. Este enfoque considera a las riquezas naturales prácticamente inagotables, y a la tecnología, prácticamente omnipotente. Estas perspectivas se transforman en una "ideología general envolvente", santificando una conducta individual y colectiva de depredación (Hidalgo Tuñón, 2002).

Los límites al crecimiento, los problemas de escala, están íntimamente asociados con otro aspecto básico del análisis, que es la velocidad del cambio y la innovación. En “Basic Echology”, Ralph y Mildred Buschsbaum apuntan que la “religión de la economía” promueve la idolatría del cambio rápido, ignorando que un cambio que no representa una mejora incuestionable representa una dudosa ventaja (citado por Schumacher, 2011).

El ritmo de la innovación asociado a los mecanismos de mercado reflexiona poco y nada acerca de las consecuencias de largo plazo de sus acciones. Dice Gabriela Trupia:

Una de las características más sobresalientes de la investigación científico tecnológica es la incertidumbre de sus resultados, pensar en forma adelantada las implicancias ambientales, las derivaciones, los posibles efectos en el mediano y largo plazo permite a la sociedad reflexionar y tomar decisiones sobre el costo que se está dispuesto a enfrentar... (Gabriela Trupia, 2017).

Por eso, un cambio cualitativo en el espíritu del desarrollo tecnológico implica la adopción de la escala humana para establecer objetivos de diseño y planificación. Las operaciones de pequeña escala, cuyo impacto sea siempre menor que las fuerzas de recuperación de la naturaleza, son menos propensas a dañar el medio ambiente (Schumacher, 2011).

Al mismo tiempo, se requiere la fijación de límites de expansión, y un principio de prudencia y moderación en la velocidad de la innovación.

La sustentabilidad sugiere un ritmo más amable para los cambios tecnológicos: en pequeña escala primero, antes de ser aplicados en forma más amplia.

¿Tecnologías para la liberación o sistemas de control social?

Esta primera dimensión -la escala de la tecnología, y su ritmo de expansión- está asociada con el diseño político de la sociedad, con los fines para los cuales las máquinas son creadas. ¿Al servicio del hombre o al servicio del capital? ¿Máquinas para liberar o para esclavizar? ¿Tecnologías controladas por la sociedad o por el mercado? La dimensión tecnológica de una sociedad encierra encierra profundas definiciones políticas.

Para Schumacher, la adopción de una nueva filosofía de fondo es una premisa de primer orden:

La economía de la permanencia implica un profundo cambio en la orientación de la ciencia y la tecnología. Estas tienen que abrir sus puertas a la sabiduría. “Soluciones” científicas o técnicas que envenenan el medio ambiente o degradan la estructura social y al hombre mismo no son beneficiosas, no importa cuán brillantemente haya sido concebidas o cuán grande sea su atractivo superficial.

Máquinas cada vez más grandes, imponiendo cada vez mayores concentraciones de poder económico y ejerciendo una presión cada vez mayor sobre el medio ambiente no representan un progreso, son la negación de la sabiduría (Schumacher, 2011).

En nuestra sociedad actual, estos valores humanistas no siempre están presentes como guía del desarrollo científico-técnico. Más bien, todo lo contrario: “El ideal de la industria es eliminar el factor vivo, incluyendo el factor humano, y transferir el proceso productivo a las máquinas” (Schumacher, 2011, p. 114).

Illich propone una herramienta al servicio de la persona integrada a la colectividad, y no al servicio de un cuerpo de especialistas. Propone una sociedad en la que el hombre controla la herramienta. Postula echar abajo la estructura de inequidad que actualmente regula la relación del hombre con la herramienta, para llegar a un nuevo orden social. La fórmula de esa nueva relación es definida como la “herramienta convivencial”.

Según Illich, la herramienta convivencial es aquella que, al ampliar el radio de acción del individuo, no degrada su autonomía personal. Se trata de una tecnología que saque el mejor partido de la energía e imaginación personales, no de una tecnología que avasalle y programe a las personas. El hombre necesita de una herramienta con la cual trabajar y no de instrumentos que trabajen en su lugar. Necesita de una tecnología que saque el mejor partido de la energía y de la imaginación personales, no de una tecnología que lo avasalle y lo programe. Para Illich, ciertas herramientas son siempre destructoras, cualesquiera que sean las manos que las detenen.

La sustentabilidad requiere hallar la “herramienta justa”, que responde a tres exigencias: “Es generadora de eficiencia sin degradar la autonomía personal, no suscita ni esclavos ni amos y expande el radio de acción personal” (Giuliano n.d.).

En el mismo sentido se pronuncia Schumacher, para quien las máquinas deben permitir la humanización del trabajo y la liberación de los hombres, descentralizando el acceso a la tierra y a los medios de producción, y democratizando el acceso al poder político y económico. La herramienta debe aliviar el trabajo que el hombre tiene que llevar adelante para subsistir, y facilitar el desarrollo de sus facultades potenciales. Por eso es fundamental, a la hora de elegir entre varios posibles caminos para el desarrollo tecnológico, la adopción de uno que ponga las herramientas al alcance de todos. El coste de las tecnologías adoptadas, en una sociedad sustentable, debe estar en relación con los niveles de ingreso de esa sociedad. Con este objetivo, propone reemplazar la “tecnología de la producción masiva” por la “tecnología de la producción por las masas”. La primera es inaccesible para el pueblo trabajador, ecológicamente dañina y embrutecedora para las personas. La segunda, en cambio, conduce a la descentralización, es

compatible con las leyes de la ecología, cuida mejor los recursos naturales y permite servir al hombre en lugar de hacerlo sirviente de sus propias herramientas. Schumacher la denomina “tecnología intermedia” para describir su superioridad respecto de las tecnologías primitivas, siendo al mismo tiempo mucho más simple y menos costosa que la supertecnología de las corporaciones.

¿Una civilización espiritual o una sociedad explotadora?

La tercera área de indagación es la relación de la tecnología con el medio ambiente, las estrategias de convivencia del hombre y sus máquinas con la naturaleza. ¿Hasta dónde puede el mundo ser un escenario para la expansión de nuestros dispositivos? ¿Cuáles son los umbrales de ocupación y alteración del ambiente que no deben rebasarse en aras de preservar los frágiles equilibrios de los ecosistemas?

Una primera postura puede responder a estas preguntas desde una perspectiva utilitarista y antropocéntrica, que calcule los límites de la expansión tecnológica más allá de los cuales, los costos de “corregir” los desequilibrios causados son mayores a los beneficios obtenidos. Para perseguir esta meta, hace falta hallar criterios que permitan determinar cuándo una herramienta o un conjunto de tecnologías alcanza un umbral de nocividad. Illich postula que existen dos umbrales que suponen un cambio cualitativo en cualquier tecnología. El primero implica que una herramienta, tras un periodo inicial de pruebas, comienza realmente a ser útil. El segundo umbral se alcanza cuando una herramienta alcanza una complejidad tal que su mantenimiento requiere un esfuerzo mayor que el beneficio que produce (Carlos Jiménez Romera, 2004).

Este enfoque requiere un debate profundo, para ubicar con precisión dónde se encuentran estos umbrales críticos para cada componente del equilibrio global. El cálculo difícilmente pueda reunir todos los datos en cuestión, y la operación se vuelve inviable cuando incorporamos el largo plazo.

Otra postura surge de considerar la complejidad de un universo que se resiste a las formulaciones y definiciones humanas, y abordar el problema otorgando un carácter sagrado a los órdenes naturales. Esta visión parte de reconocer la inherente estabilidad de los ecosistemas, y el peligro de toda interferencia humana sobre ellos. El equilibrio de la vida se expande en varias dimensiones, es frágil, complejo, y no transgrede sus propios límites gracias a un mecanismo autorregulado que el conocimiento humano no puede comprender. Asumir con humildad la pequeñez y la impotencia del hombre frente a este prodigio, y tratar de crear la menor cantidad posible de molestias e intervenciones, resuelve de antemano muchos problemas que

crea la soberbia del culto al dominio y la explotación del mundo. Dice E. F. Schumacher:

La tecnología tiende a desarrollarse por sus propios principios y leyes, los cuales son muy distintos a los de la naturaleza... () La naturaleza, por decirlo así, siempre sabe dónde y cuándo detenerse. Más grande aún que el misterio del crecimiento natural es el misterio de la finalización natural del crecimiento. Como resultado, el sistema de la naturaleza, del cual es hombre es parte integral, tiende a equilibrarse, ajustarse y limpiarse a sí mismo. No ocurre lo mismo con la tecnología, o tal vez debería decir no ocurre así con el hombre dominado por la tecnología y la especialización (). En el sistema sutil de la naturaleza, la tecnología... actúa como un cuerpo extraño y ya hay numerosos signos de rechazo (Schumacher, 2011).

La relación con la naturaleza, entonces, más que un recetario técnico de pesos y medidas, es una cuestión de actitud. Pasa por abandonar la pretensión de la tecnociencia de entronizar al hombre como rey de la creación, separado de la naturaleza y destinado a controlarla en lugar de venerarla. Requiere recuperar algo del espíritu del medioevo, cuando se vivía en sincronía con el cosmos (“como arriba, abajo”), el hombre se consideraba a sí mismo un engranaje más del orden natural, se rendía tributo a los elementos fundamentales y se pedía permiso al entorno para intervenir (Morris Berman, 1987).

La relación de la tecnología con la naturaleza se resuelve más limpiamente si se cultiva una nueva forma de conocimiento científico-técnico centrada en un sentimiento de comunión, empatía y solidaridad con el resto de la creación. La tecnología no necesariamente debe ser un “cuerpo extraño” en el entretejido del mundo natural. Puede estar enancada en los ritmos estacionales y en el paisaje, y planificada como complementaria de los procesos naturales, que tienen a su favor “la evidencia de haber sostenido la vida durante largo tiempo” (Schumacher, 2011, p. 142). En esta línea, Manfred Max-Neef, Antonio Elizalde y Martín Hopenhayn proponen la “articulación orgánica” de los seres humanos con la naturaleza y la tecnología (Max-Neef, Elizalde, & Hopenhayn, 1986).

Esta nueva orientación permite pensar en invenciones y maquinarias que inviertan las tendencias destructivas que ahora amenazan al mundo, y en un desarrollo tecnológico no abusivo con los seres vivos y el planeta tierra.

Discusión

A la Búsqueda de la Herramienta Justa

¿Son todas las tecnologías benéficas? ¿Es el diseño de una sociedad hiperindustrial, electrónica y cibernética el único desarrollo tecnológico

posible, o el mejor? ¿Qué criterios deberíamos aplicar para elegir entre diferentes opciones?

Para abordar una discusión, es útil la noción de “herramienta justa” de Illich, ya que contiene en sí misma tres definiciones clave.

Por un lado, “herramienta” remite a un artefacto tecnológico simple, que se usa con las manos, de escala personal y humana, que puede ser puesto dentro del rango de control de un individuo.

Por otro lado, el adjetivo “justa” remite a dos dimensiones semánticas: “Justeza” (como sinónimo de correspondencia, exactitud) y “Justicia” (principio moral vinculado con la equidad, el bien y el mal, y otros valores).

Una “herramienta justa”, entonces, es aquella que “se ajusta” (en dimensiones, en medidas, en tiempo y lugar) a la tarea que se pretende emprender, que es apropiada y facilita el trabajo; al mismo tiempo, es una herramienta que “le hace justicia” al trabajador que la emplea, liberándolo y no esclavizándolo, y trata con equidad al medio ambiente y la sociedad que le da acogida.

La condición de “justa” de una herramienta o un conjunto de tecnologías puede ser evaluada a partir de alguna de las siguientes inferencias que emergen de la literatura visitada:

La herramienta justa ofrece métodos y equipos a un costo virtualmente al alcance de todos

El costo de una herramienta justa está establecido en relación con los niveles de ingreso de la sociedad en la que es usada, permitiendo un acceso prácticamente universal. Las tecnologías de punta que produce los actuales monopolios de la industria, de costos elevados que sólo pueden ser pagados por una minoría, generan polarización social, concentración de poder y distribución desigual de costes y beneficios. Por el contrario, el uso extendido de herramientas justas permite la coexistencia de una pluralidad de estructuras productivas complementarias y una pluralidad de ambientes y de cuerpos técnicos con paridad de fuerzas entre sí, que evitan la imposición de la voluntad de una élite hipertrofiada sobre el resto. La herramienta justa amplía el reparto del control de la energía, y por lo tanto, el reparto del poder real en una sociedad (Ivan Illich,1974).

La herramienta justa está diseñada a escala del hombre, y evoluciona al ritmo de los ciclos biológicos de la especie

Las operaciones de pequeña escala son menos propensas a dañar el medio ambiente porque su fuerza individual es menor a las fuerzas de recuperación de la naturaleza (Schumacher, 2011). Por lo tanto, la medida de referencia de las dimensiones de una tecnología deben ser el hombre y su

hábitat. Su aplicación social no va más allá de los límites que la convertirían en invasiva u obligatoria. La herramienta justa está definida por el control del hombre sobre la herramienta, y no a la inversa (Ivan Illich,1974). El ritmo de la innovación técnica no está dictado por mecanismos de mercado, sino que acompaña los ciclos biológicos de la especie, de manera que cada nueva generación de usuarios pueda interactuar con las anteriores, evitando brechas, disfuncionalidades y analfabetismos tecnológicos.

La herramienta justa es útil a la labor creativa y productiva del hombre, y concomitante con su liberación política y espiritual

La herramienta justa protege el poder de las personas para modificar y renovar sus estilos de vida, su ambiente, su comunidad, su poder para darle un rostro nuevo a la realidad. Permite que las personas logren sus fines utilizando su energía personal, y disminuyendo su uniformación, su dependencia y su explotación por el sistema de producción en masa (Ivan Illich,1974). La herramienta justa prepara a la sociedad para la producción por las masas (Schumacher, 2011), esto es, la producción e intercambio de bienes y servicios entre una pluralidad de productores-consumidores libremente asociados, y por lo tanto, su aplicación es concomitante con la liberación política y espiritual de la Humanidad.

La herramienta justa es compatible y complementaria con otras tecnologías. Su arquitectura es pública y abierta, adaptable, escalable y libre de cerrojos

La herramienta justa se despliega dentro de un ecosistema solidario de herramientas, sin plantearse la exclusión programada o forzosa de tecnologías rivales. Su arquitectura es pública y abierta, y se construye en forma transparente a partir del conocimiento acumulado por las generaciones anteriores. Por lo tanto está libre de cerrojos de propiedad intelectual, patentes y *royalties*. La herramienta justa es adaptable y escalable a la medida de individuos y comunidades. Su dinámica evolutiva está marcada por las necesidades colectivas de los usuarios-productores, y no por las lógicas del sistema de obsolescencia programada en gran escala.

Conclusión

“La tecnología es el mensaje”, es decir, la orientación del desarrollo tecnológico encierra definiciones políticas fundamentales. No se trata de una decisión técnica, aséptica, delegable en un comité de especialistas, sino del núcleo duro que define el presente y el futuro de una sociedad.

La orientación del desarrollo tecnológico, por lo tanto, no puede reducirse a criterios de mercado, ni confinarse a las decisiones empresariales

de las corporaciones privadas, ni tampoco concentrarse en organismos burocráticos.

La orientación del desarrollo tecnológico, en una sociedad democrática, requiere de un debate en el cual participen todos los sectores involucrados, de una manera abierta, consciente y descentralizada.

En un mundo donde la tecnología se va tornando omnipresente e invasiva, se requiere un diseño socialmente consensuado de sus fines y propósitos; sus escalas y ritmos de expansión; y sus estrategias de relación con el medio ambiente.

References:

1. Alfredo A. Cesar Dachary, Stella Maris Arnaiz Burne (2015). La sustentabilidad y el destino turístico en el capitalismo global. In A. A. C. D. Stella Maris Arnaiz Burne (Ed.), *Sustentabilidad y Turismo*. Puerto Vallarta, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
2. Alfredo, A. César Dachary & Stella Maris Arnaiz Burne (2013). *Ecologismo: la estrategia “fracasada” del capitalismo?* Biblos.
3. Bauman, Z. (2014). *¿La riqueza de unos pocos nos beneficia a todos?* Paidós.
4. Carlos Jiménez Romera (2004). *La herramienta según Illich. CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE*. Madrid. Retrieved from <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n26/nlib1.html>
5. Daly, H. (1999). HERMAN DALY-Criterios operativos para el desarrollo sostenible. Retrieved November 27, 2015, from <http://www.eumed.net/cursecon/textos/Daly-criterios.htm>
6. Ehrenfeld John (2008). Sustainability needs to be attained, not managed. *Sustainability Science: Practice & Policy*. 4(2), 1-3. Retrieved from http://sspp.proquest.com/static_content/vol4iss2/SSPP-v4.2.pdf
7. Gauna Ruiz León, C. (2008). Los adjetivos del desarrollo. Retrieved from <http://www.eumed.net/rev/delos/08/cgr1.htm>
8. Gustavo Giuliano. (n.d.). Tecnología y equidad: Releyendo a Iván Illich. *Instituto Para La Integración Del Saber Universidad Católica Argentina “Santa María de Los Buenos Aires.”* Retrieved from www.enduc.org.ar/enduc5/trabajos/t008-c31.doc
9. Ivan Illich (1974). *La Convivencialidad*. Barcelona: Barral Editores, S.A.
10. Leff, E. (2004). Racionalidad ambiental y diálogo de saberes. Significancia y sentido en la construcción de un futuro sustentable. *Http://polis.revues.org*, (7). Retrieved from <https://polis.revues.org/6232>

11. Max-Neef, M., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1986). *Desarrollo a escala humana. Opciones para el futuro*. Santiago de Chile: Biblioteca CF+S. Retrieved from <http://habitat.aq.upm.es/deh/>
12. Morin Edgar (2011). *La Vía para el futuro de la humanidad*. Barcelona: Paidós.
13. Morris Berman (1987). *El reencantamiento del mundo*. Cuatro Vientos.
14. PNUD (2015). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México. Retrieved June 2, 2017, from <http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/ourwork/overview.html>
15. Robinson John (2008). Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development. *Ecological Economics*, (48), 369–384.
16. Schumacher, E. F. (2011). *Lo pequeño es hermoso*. Madrid: Akal.
17. Scartascini Spadaro, Gabriela; Baños Francia, & Jose Alfonso (2015). La sustentabilidad en la mira: su articulación como fenómeno turístico. In U. de Guadalajara (Ed.), *Sustentabilidad y Turismo* (p. 374). Puerto Vallarta, Jalisco.
18. Trupia, G. (2016). *Desarrollo tecnológico y sustentabilidad*. Buenos Aires. Retrieved from <http://www.vocesenelfenix.com/content/desarrollo-tecnol%C3%B3gico-y-sustentabilidad>
19. Tuñón, A. H. (2002). Teoría y modelos de la idea de desarrollo: Los 5 cánones.